

# Aprimoramento de um Dip-Coater de Baixo-custo para Fabricação de Filmes Finos

**Bianca Ramielly Bomfim de Jesus<sup>1</sup>; Ernando Silva Ferreira<sup>2</sup>; Juan Alberto Leyva Cruz<sup>3</sup> e Ricardo Macedo Borges Boaventura<sup>4</sup>**

1. Bolsista PIBIC/FAPESB, Graduanda em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

[biancaramielly@hotmail.com](mailto:biancaramielly@hotmail.com)

2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

[ernandofisica@yahoo.com.br](mailto:ernandofisica@yahoo.com.br)

3. Coorientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

[jalbertoleyva@yahoo.com.br](mailto:jalbertoleyva@yahoo.com.br)

4. Colaborador, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

[rmbboaventura@gmail.com](mailto:rmbboaventura@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** Filmes Finos; Dip-Coating; Física de Materiais.

## INTRODUÇÃO

Um filme fino é uma camada de material que varia de frações de um nanômetro a vários micrômetros de espessura. Estes podem ser totalmente densos, sofrer stress, e são fortemente influenciados pelos efeitos de superfície e interface. Estas propriedades podem influenciar em propriedades elétricas, magnéticas, ópticas, termais, etc.[1]

Os filmes finos tem uma vasta gama de aplicações, que vai de áreas como óptica e magnetismo, até energia solar e microeletrônica. O seu progresso em cada uma dessas áreas depende da habilidade de controle e deposição desses filmes, com suas propriedades físicas específicas. Existem vários métodos de deposição de filmes. Porém, como em muitas áreas existem certas limitações, tais como: materiais para substratos, propriedades esperadas dos filmes e custo. Isto torna difícil e meticulosa a escolha por uma melhor técnica para qualquer aplicação específica. Comparado com processos de fabricação de filmes finos convencionais, tais como deposição à vapor químico, evaporação ou *sputtering*, o processo de *dip-coating* (revestimento por imersão) com sol-gel requer consideravelmente menos equipamento e é potencialmente mais barato. O seu princípio de funcionamento é bastante simples, o sistema consiste basicamente em mergulhar um substrato em uma solução com determinada viscosidade e depois retirá-lo da mesma com uma velocidade controlada e constante, de modo que não existam vibrações ou qualquer outro tipo de interferência, seja esta com a solução ou com o sistema que efetua o puxamento. O processo de deposição é dividido em cinco etapas, sendo elas: imersão, *start-up*, deposição, secagem e evaporação [2]. A figura 1 ilustra os estágios que compõem o processo *dip-coating*.

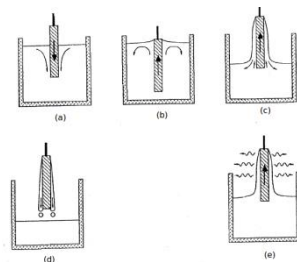


Figura 1: Esquema dos estágios que compõem o processo *Dip-coating*. A) Imersão, b) *Start-up*, c) Deposição, d) Secagem e e) Evaporação [2].

Sendo seu princípio de funcionamento caracterizado por três estágios para a deposição do filme, são eles:

- Imersão (a) e Start-up(b): O substrato é imerso em uma solução precursora, a uma determinada velocidade, seguido de um certo tempo de espera em ordem de haver um tempo de interação suficiente entre o substrato e a solução de revestimento para um "molhamento" completo.
- Deposição(c) e Drenagem(d): Puxando o substrato para cima a uma velocidade constante, uma fina camada da solução precursora fica "entranhada", e todo o excesso da solução escorre da superfície do substrato.
- Evaporação (e): O solvente evapora do fluido, formando o assim depositado filme fino; processo que pode ser estimulado por secagem aquecida. Subsequentemente, a cobertura pode ser sujeita a aquecimento adicional, com a finalidade de eliminar residuais orgânicos e induzir a cristalização de óxidos funcionais. [2-3]

Havia sido fabricado um aparelho *dip-coater* no laboratório de Instrumentação em Física (linfis), ilustrado na figura 2, porém quando foi iniciada a fase de testes mais precisos foram encontrados determinados problemas com o aparelho, tais como: o motor de passo utilizado foi danificado e o código computacional utilizado não atendia a certos requisitos para o sistema funcionar adequadamente.

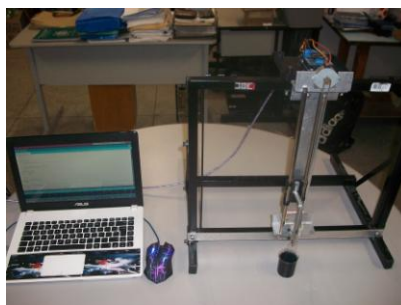


Figura 2: Aparelho *dip-coater* fabricado no Linfis.

Para sanar esses problemas tivemos de montar um novo aparelho *dip-coater*.

## METODOLOGIA

Neste trabalho fizemos uma revisão teórica sobre a técnica *dip-coating* e instrumentação de baixo-custo.

Para a montagem do novo sistema utilizamos o seguinte material:

- Um motor de passo PL15S-020
- Um microcontrolador tipo Arduino Uno de 10 Bits
- Um aparato mecânico derivado de um *driver* de DVD
- Um Computador

O microcontrolador Arduino é controlado através da porta serial RS232 de um computador por um código computacional e todo o material utilizado foi disponibilizado pelo Laboratório de Instrumentação em Física (Linfis) do DFIS, onde todo o sistema mecânico foi montado.

## RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Podemos visualizar na figura 3, o novo aparelho *dip-coater* montado:

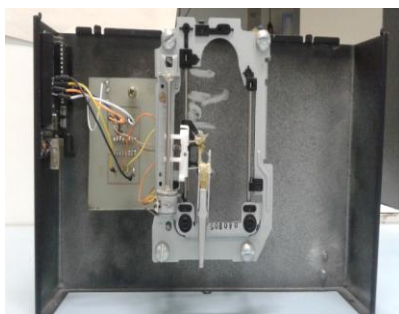


Figura 3: Novo aparelho *Dip-Coater* montado.

Esse novo sistema é caracterizado por uma pinça metálica puxada pelo motor de passo, que é controlado pelo mesmo ARDUINO UNO REV3 (figura 4) utilizado no sistema anterior. Podemos controlar a velocidade de puxamento do substrato e o tempo com que o mesmo fica mergulhado na solução através de um código computacional.



Figura 4: Microcontrolador Arduino utilizado no sistema.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho foi reconstruído um aparelho novo *dip-coater* para fabricação de filmes finos. O sistema foi automatizado com uma placa de desenvolvimento Arduino Uno de 10 Bits de resolução na conversão analógica digital. Através de vários testes podemos perceber que o sistema possui algumas limitações, pois a pinça metálica trepida quando ajustamos o motor a velocidades menores do que 30cm/min, o que causa um efeito conhecido como código de barras, onde o filme sofre algumas deformações em seu relevo. Porém, para velocidades acima da mencionada acima, o sistema funciona adequadamente.

## REFERÊNCIAS

RAO, M. C.; SHEKHAWAT, M. S. A Brief Survey on Basic Properties of Thin Films for Device Application. In: **International Journal of Modern Physics: Conference Series**. World Scientific Publishing Company, 2013. p. 576-582.

BRINKER, C. Jeffrey; SCHERER, George W. **Sol-gel science: the physics and chemistry of sol-gel processing**. Academic press, 2013.

SCHNELLER, Theodor et al. (Ed.). **Chemical solution deposition of functional oxide thin films**. London: Springer, 2013.